

Vývoj technik endoskopické enukleace prostaty

Evolution of endoscopic prostate enucleation

Roman Zachoval

Urologická klinika 3. lékařské fakulty UK a Fakultní Thomayerovy nemocnice, Praha

Došlo: 16. 7. 2023

Přijato: 21. 9. 2023

Kontaktní adresa:

prof. MUDr. Roman Zachoval, Ph.D.

Urologická klinika 3. LF UK a FTN

Vídeňská 800

140 59 Praha 4

e-mail: roman.zachoval@ftn.cz

Střet zájmů: Žádný.

Prohlášení o podpoře: Nezávislý článek.

Hlavní stanovisko práce: V tomto článku je podán chronologický souhrn vývoje endoskopické enukleace prostaty.

Major statement: The article summarises the chronological development of endoscopic prostate enucleation.

SOUHRN

Zachoval R. Vývoj technik endoskopické enukleace prostaty.

V tomto článku je podán chronologický souhrn vývoje endoskopické enukleace prostaty, od holmiové enukleace, přes bipolární a thuliovou enukleaci až po enukleaci prostaty zeleným laserem.

KLÍČOVÁ SLOVA

Enukleace, prostata, holmiový laser, bipolární enukleace, thuliový laser, zelený laser.

SUMMARY

Zachoval R. Evolution of endoscopic prostate enucleation.

In this paper the evolution of endoscopic prostate enucleation is reviewed in chronological order based on energy technology starting first with holmium laser, then bipolar electrocautery, following by thulium laser and finally greenlight laser enucleation of the prostate.

KEY WORDS

Enucleation, prostate, holmium laser, bipolar enucleation, thulium laser, greenlight laser.

.....

ÚVOD

Zlatým standardem pro chirurgickou léčbu benigní hyperplazie prostaty (BHP) je již po několik desetiletí transuretrální resekce prostaty (TURP). I tato metoda si musela, zejména ve svých počátcích při porovnávání s otevřenou prostatektomií, vydobýt svoje místo na slunci. To bylo také jedním z důvodů, proč se technika TURP během této doby vyvíjela, zejména v důsledku zlepšování kvality endosko-

pického instrumentária a přístrojového vybavení, a také vylepšováním samotné operační techniky (1).

Hlavními důvody, proč je v posledních letech pozorován odklon od TURP a příklon k enukleačním technikám, jsou potencionální morbidita a limitace TURP. Morbidita se týká především možného výskytu TUR syndromu a významnějšího krvácení, limitace se týká především velikosti prostaty (2).

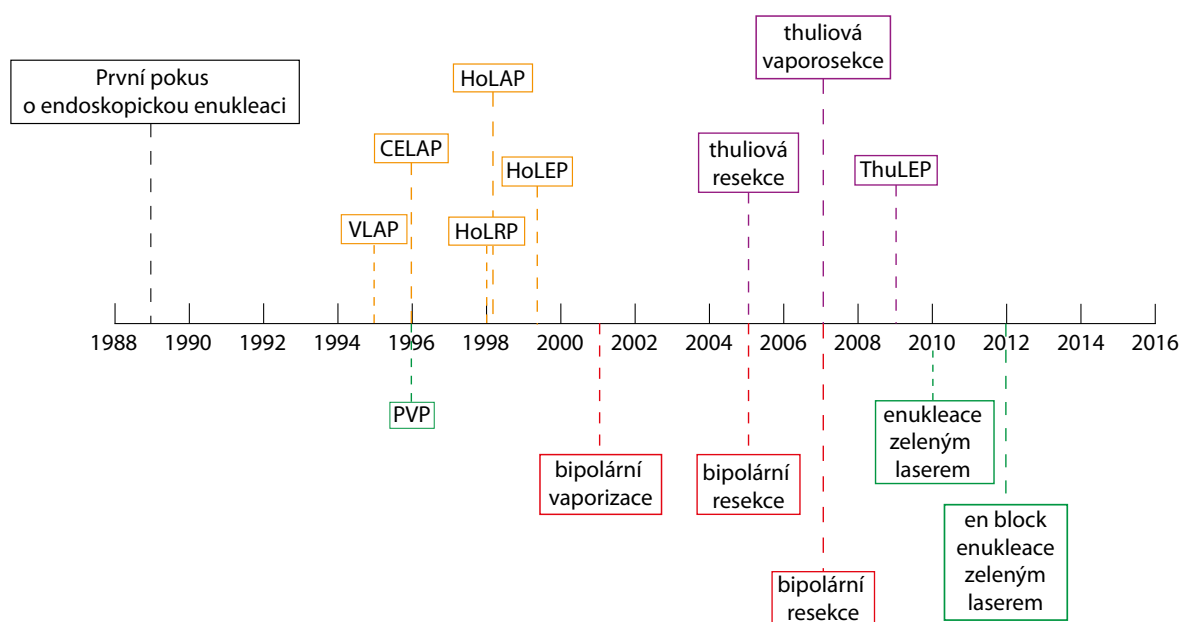
První publikovanou zprávou o transuretrální enukleaci byla práce Hiraoka a Akimota z roku 1989, která však zůstala víceméně nepovšimnuta. Autoři zveřejnili výsledky souboru 200 pacientů, kdy enukleovali prostatu na zakázku vyrobenou čepelí a preparát pak odstranili po nařezání prostaty na kousky klasickou resekční kličkou (3).

Až pozdější rozvoj a implementace laserových metod v urologii vedl k novým a reálným možnostem provádění endoskopické enukleace prostaty v širším měřítku. V této práci je přehledně zpracován chronologický vývoj endoskopických

enukleačních technik podle druhu užitých technologie a zdroje energie: od holmiového laseru, přes bipolární elektrokoagulaci a thuliový laser až po „zelený“ laser (Obr. 1).

ENUKLEACE PROSTATY HOLMIOVÝM LASEREM (HOLEP = HOLMIUM LASER ENUCLEATION OF PROSTATE)

Počátky vytvoření metodiky holmiové enukleace spadají do 90. let minulého století, průkopníky byli Gilling a Fraundorfer v Tauranga na Novém Zélandu. Metodika výkonu se postupně vyvíjela od ablačního, přes resekční až ke konečnému enukleačnímu principu (4). Postupná evoluce byla způsobena zásadním zdokonalením technologie laserových přístrojů a morcelátorů, spolu se snahou



Obr. 1. Chronologický vývoj endoskopické enukleace prostaty (VLAP – Vizuelní Laserová Ablace Prostaty, CELAP – Kombinovaná Endoskopická Laserová Ablace Prostaty, HoLAP – Holmiová Laserová Ablace Prostaty, HoLRP – Holmiová Laserová Resekce Prostaty, HoLEP – Holmiová Laserová Enukleace Prostaty, ThuLEP – Thuliová Laserová Enukleace Prostaty, PVP – Fotoselektivní Vaporizace Prostaty)

Fig. 1. Evolution of prostate endoscopic enucleation in chronological order (VLAP – Visual Laser Ablation of Prostate, CELAP – Combined Endoscopic Laser Ablation of Prostate, HoLAP – Holmium Laser Ablation of Prostate, HoLRP – Holmium Laser Resction of Prostate, HoLEP – Holmium Laser Enucleation of Prostate, ThuLEP – Thulium Laser Enucleation of Prostate, PVP – Photoselective Vaporization of Prostate)

zvýšit časovou a ekonomickou výtežnost samotného výkonu i zlepšení funkčních výsledků operace.

Před zavedením vysokovýkonných holmiových laserových přístrojů byl v rámci laserového instrumentária po léčbu benigní hyperplazie prostaty (BHP) používán prakticky jen neodýmium: Yttrium-aluminium-garnet (Nd:YAG) laser pro výkon Visual Laser Ablation of Prostate (VLAP). Nd:YAG laserová energie je však špatně absorbována ve vodním prostředí, což způsobuje penetraci energie do větší hloubky a způsobuje v prostatické tkáni pozdní koagulační nekrózu. To vedlo k nutnosti ponechat permanentní močový katétr po operaci až na 10 dní. Odlučování prostatické tkáně do moči trvalo až po dobu 3 měsíců po operaci (5) a velmi často byly přítomny významné dysurie (6). Kvůli těmto problémům byla v roce 1994 vyvinuta hybridní kombinovaná technika laserové ablace prostaty (CELAP = Combined Endoscopic Laser Ablation of Prostate), při které byl používán Nd:YAG laser pro koagulaci a holmiový laser pro ablaci tkáně, což vedlo ke zkrácení pooperačního období s nutností zavedení permanentního katétru (7). Při používání této metody bylo zjištěno, že hemostatický efekt holmiového laseru je k výkonům tohoto typu dostatečný a není nutné dále používat i Nd:YAG laser, a tím je možné se vyhnout eventuálním nežádoucím účinkům tohoto laseru (8).

Z těchto důvodů bylo možné v roce 1994 provést první, pouze holmiový výkon – ablaci prostaty (HoLAP) za použití laseru o výkonu 60W a laserového vlákna na jedno použití s postranním paprskem, jehož účinkem byla vaporizace prostatické tkáně (9). Tato operační technika měla několik výhod i nevýhod. Výhodou byla dobrá hemostáza, a tím i nižší nároky na množství irigační tekutiny, krátká doba hospitalizace a krátká doba learning curve. Nevýhodou byl delší operační čas (až o 50 % delší než u TURP při odstranění obdobného množství tkáně), absence tkáně k histologickému vyšetření a vysoké náklady na vlákno k jednomu použití (10).

V dalším období výzkumu laserových technik bylo zjištěno, že holmiový laser je kromě ablace tkáně schopen provádět i její resekci, což vedlo k možnosti poskytnout odstraněnou tkáň prostaty k histologickému vyšetření a snížit operační čas. To

umožnilo v roce 1998 provést první laserový resekční výkon, který byl proveden vláknem s přímým paprskem – holmiová laserová resekce prostaty (HoLRP) (11). Metodikou tohoto výkonu je resekce velkých částí prostatické tkáně až na pouzdro a jejich následné rozřezání laserem na menší kusy, které jsou poté dislokovány do močového měchýře. Větší kusy tkáně jsou dále rozřezány modifikovanou resekční kličkou na menší kousky, a ty jsou nakonec z močového měchýře vypláchnuty (10). Funkční výsledky tohoto výkonu byly srovnatelné s TURP, ale u HoLRP byl zaznamenán delší operační čas a horší kvalita tkáně poskytovaná k histologickému vyšetření (12).

Během provádění těchto výkonů byl pro budoucí vývoj operační techniky zjištěn zásadní koncepční fakt, a to že lze poměrně snadno endoskopicky vypreparovat vrstvu mezi adenomem a pouzdrem prostaty, podobně jako při digitální enukleaci prostaty prováděné při klasické transvezikální prostatektomii (13). Tento výkon byl nazván holmiová laserová enukleace prostaty (HoLEP) a byl ve svých počátcích rozdělen do 4 fází: provedení incizí na hrdle močového měchýře, enukleace středního laloku, enukleace postranních laloků a transuretrální morcelace preparátů pomocí morcelátorového prototypu. Zlomovým momentem pro odborné přijetí a budoucí masové rozšíření této techniky bylo publikování práce, ve které bylo prokázáno, že je tento výkon možné efektivně a bezpečně provádět u prostat větších než 100 ml (9). Následovala prospektivní randomizovaná studie porovnávající HoLEP a transvezikální prostatektomii u prostat větších než 100 ml, která prokázala stejnou efektivitu obou metod a nižší morbiditu a kratší hospitalizaci u HoLEP (2).

Významným faktorem při zvýšení efektivity operace bylo současné vylepšení a nové modifikace endoskopického instrumentária, zejména morcelátoru. Zpočátku se pro odstranění větších adenomů používala klasická otevřená cystotomie, poté se začala využívat morcelace prostatické tkáně suprapubickým přístupem pomocí artroskopického instrumentária. Tato metoda však vykazovala vyšší morbiditu, zejména z důvodu možné extra-peritoneální extravazace irigační tekutiny z místa

suprapubické punkce při delším trvání této části výkonu (14). Z tohoto důvodu byly sestrojeny morcelátory pro transuretrální přístup, které jsou většinou modifikací nefroskopů. S vylepšením morcelačního instrumentária a operační techniky se významně snížil morcelační čas a množství komplikací.

S rostoucím počtem urologů a pracovišť provádějících HoLEP došlo i k vývoji operační techniky a bylo vytvořeno několik nových modifikací ve snaze zvýšit efektivitu operačního výkonu. Hochreiter popsal operační techniku, při které zůstává enukleovaný lalok na malé ploše spojen s kapsulou prostaty a poté je zresekován a odstraněn endoresektorem (15). Další modifikací je „en bloc“ technika, při které je retrográdně enukleován a do močového měchýře vysunut celý adenom, aniž by byl rozdělen na laloky incizemi na č. 5, 7 a 12 (trilobární technika) nebo na č. 7 a 12 (bilobární technika) (16). Je známo ještě několik dalších modifikací operační techniky, ale žádná z nich neprokázala oproti standardní metodice lepší výsledek (17).

HoLEP je původní metodou endoskopické enukleace prostaty a z principů tohoto výkonu vycházejí všechny další metody enukleace, které následovaly. HoLEP však i v současné době používání jiných zdrojů energie k enukleaci prostatické tkáně zůstává metodou s největším objemem vědecké evidence a dlouhodobými výsledky.

BIPOLÁRNÍ ENUKLEACE PROSTATY (B-TUEP = BIPOLAR TRANSURETHRAL ENUCLEATION OF PROSTATE)

Po zavedení HoLEP a vývoji nových technologií v chirurgických oborech bylo jen otázkou času, než se objeví nové metody enukleace prostaty využívající jiné zdroje energie. K enukleaci prostaty přitom může být v podstatě použit jakýkoli druh energie, pokud má dostatečný hemostatický účinek (18). Dalším důvodem k rozšíření enukleačních technik byla tendence snížit počáteční vysoké náklady na zavedení

metody HoLEP, zejména vysokoenergetického laseru a morcelačního systému, a také relativně dlouhá learning curve.

Ve stejné době byl vyvinut bipolární elektrokoagulační systém pro urologické endoskopické využití, především z důvodu pokusu o snížení výskytu možných komplikací při použití konvenční monopolární elektrokoagulace. Jeho první použití bylo zaznamenáno těsně po přelomu tisíciletí, a to pro vaporizaci prostatické tkáně (19). Bipolární systémy mají obě elektrody umístěné přímo na endoskopu, takže elektrický proud neprochází při použití této metody tělem pacienta, jak je tomu při použití monopolárního systému. Bipolární systém umožňuje provádět výkon v prostředí fyziologického roztoku, a tím snižuje riziko výskytu TUR syndromu (20). Různé konfigurace bipolární endoskopické kličky vedou k různému efektu při použití stejné vlnové délky energie, od vaporizace přes koagulaci až po resekci a incizi (21).

První zpráva o bipolární enukleaci prostaty pochází z roku 2006, kdy byla publikována prospektivní studie na menším počtu pacientů porovnávající B-TUEP a HoLEP (18). Ačkoli byl B-TUEP shledán jako proveditelná a bezpečná metoda s obdobnými výsledky jako HoLEP při době sledování 12 měsíců, byl při B-TUEP zaznamenán výrazně delší operační čas a významně větší množství použité irigační tekutiny implikující potencionálně horší hemostatické vlastnosti B-TUEP. Ekonomická analýza nebyla součástí studie, ale autoři konstatovali, že finanční náklady na obě metody mohou být po určitém čase obdobné. Zatímco u HoLEP jsou vysoké počáteční náklady a nižší pozdější výdaje (méně irigační tekutiny, možnost používat resterilizovatelné vlákno), u B-TUEP jsou počáteční náklady nižší a pozdější náklady vyšší (více irigační tekutiny, jednorázové použití kličky).

Také u této metody byly popsány různé modifikace, například metoda antegrádní disekce (22) nebo metoda obdobná té, kterou popsal Hochreiter při HoLEP (23), používaná u prostat větších než 100 g.

Tato metoda si získala velkou oblibu v Asii, zejména Číně, kde se operační techniky stále vyvíjejí a endoskopické instrumentarium neustále modi-

fikuje tak, aby byla zajištěna co největší efektivita výkonu a snížená délka learning curve.

V současné době byla již publikována řada prací, které podporují efektivní a bezpečné použití B-TUEP při střední době sledování. Při porovnání s transuretrální resekcí prostaty (TURP) u prostat větších objemů byly prokázány kratší doba katetrizace a hospitalizace (24).

Při porovnání s HoLEP však současná vědecká evidence svědčí pro delší operační čas, větší krvácení, horší viditelnost, zvýšenou potřebu irigační tekutiny a horší separaci adenomu od kapsuly (25).

ENUKLEACE PROSTATY THULIOVÝM LASEREM (THULEP = THULIUM LASER ENUCLEATION OF PROSTATE)

Thulium a holmium jsou prvky, které náhodně sdílí okolnosti svého objevení. Oba prvky byly objeveny švédským chemikem Per Teodorem Cleveem v roce 1879 při odstraňování drobných hnědých a zelených nečistot z oxidu erbia. Bylo při tom zjištěno, že hnědou nečistotou je holmium a zelenou nečistotou thulium. Thulium:YAG laser je kontinuální laser (oproti laseru holmiovému, který je pulzní), který má výborné ablační a koagulační vlastnosti (26). Lehce kratší vlnová délka thuliového laseru má za důsledek menší hloubku penetrace do tkáně oproti laseru holmiovému. Protože se jedná o technologii mladší, existuje v současné době menší množství prací prokazujících její účinnost a bezpečnost.

Použití thuliového laseru k endoskopické operaci prostaty popsali poprvé Xio et al. v roce 2005. Provedli resekci prostaty po částech a techniku nazvali „mandarinková“ metoda (27). Prospektivní randomizovaná studie prokázala srovnatelné funkční výsledky této metody při porovnání s monopolárním TURP při době sledování 1 roku, ale s výhodou kratší doby katetrizace, kratší délky hospitalizace a nižším poklesem hemoglobinu (28). Další randomizovaná studie prokázala nižší krevní ztráty, kratší dobu katetrizace, menší spotřebu irigační

tekutiny a kratší délku hospitalizace u této metody oproti bipolárnímu TURP (29). Přetrvávající benefit ve funkčních výsledcích byl zjištěn u obou ramen této studie i po době sledování 60 měsíců (30).

V roce 2007 publikoval Bach první výsledky vaporesekce prostaty při užití thuliového laseru. Při této technice byl stupeň vaporizace tkáně kontrolován rychlostí pohybu laserového vlákna. Rychlejší pohyb vedl k resekci tkáně a pomalejší pohyb k její vaporizaci (31).

Hlavním bodem kritiky u thuliové resekce prostaty, stejně jako před tím u holmiové resekce, byl dlouhý operační čas u výkonů na prostatách s velkým objemem. Na základě těchto negativních reakcí provedl Bach jako první v roce 2007 thuliovou laserovou enukleaci prostaty, a to stejnou technikou jako při klasické holmiové enukleaci – trilobární metodou a následnou morcelací preparátu. Později bylo retrospektivní analýzou prokázáno, že u prostat s větším objemem než 60 ml má tato metoda kratší operační čas ve srovnání s thuliovou resekci při zachování stejných funkčních výsledků (32).

Nedávno publikované randomizované studie prokázaly srovnatelné peroperační i pooperační funkční výsledky ThuLEP a HoLEP u prostat s objemem větším než 80 ml při době sledování 18 měsíců (3, 33).

Dále bylo i pro ThuLEP popsáno použití různých modifikací operačních technik, jako např. en bloc techniky, dříve popsaných u HoLEP (35).

ENUKLEACE PROSTATY „ZELENÝM“ LASEREM (GREENLEP = GREENLIGHT LASER ENUCLEATION OF PROSTATE)

„Greenlight“ je firemní název laserové technologie, původně nazvané „Niagara“ založené na kombinaci Nd:YAG laseru s KTP (potassium-titanyl-phosphate) krystalem, která produkuje zelený paprsek o vlnové délce 532 nm. Tato laserová energie má vysokou afinitu pro hemoglobin a koaguluje tkáň do hloubky 1–2 mm (36).

Jako první endoskopický výkon na prostatě byla pomocí této technologie provedena fotoselektivní vaporizace prostaty (PVP), která v některých zemích získala značnou popularitu (37). Zelený laser používá laserová vlákna „side fire“, s laserovým paprskem vyzařujícím z vlákna pod úhlem 70°, zatímco holmiový a thuliový laser používají laserová vlákna „end fire“, která vyzařují paprsek přímý. Při používání této metody vaporizace však existuje několik základních problémů: obtížné rozpoznávání anatomických okrajů vaporizace, absence tkáně získané k histologickému vyšetření a vysoká obtížnost výkonů u prostat s velkým objemem (38).

Jako první popsal enukleaci pomocí zeleného laseru v roce 2010 Gomez Sancha. Použil techniku PVP v oblasti anteriorní zóny následovanou enukleací postranních laloků a morcelací preparátu v poslední fázi (39). Závěry první publikované studie hodnotící tuto metodu, která byla provedena klasickou trilobární technikou, konstatovaly, že se jedná o metodu velmi technicky a časově náročnou (40). Proto byly pro použití zeleného laseru postupně vyvinuty další operační techniky, od anatomické PVP vaporizace až po en bloc enukleaci (39).

V retrospektivní multicentrické studii porovávající standardní PVP, anatomickou PVP a enukleaci prostaty bylo zjištěno, že enukleace ve srovnání

s oběma ostatními metodami má významně kratší operační čas (41). V jiné studii porovávající PVP a en bloc enukleaci výkony provedené u prostat větších než 80 ml jedním operátorem bylo zjištěno, že při stejných funkčních výsledcích obou metod při době sledování 6 měsíců má enukleace výrazně kratší operační čas (42). Vzhledem k tomu, že enukleace prostaty zeleným laserem je relativně nová operační technika, neexistuje v současné době dostatek dat týkajících se dlouhodobých výsledků léčby.

ZÁVĚR

Během uplynulých dvou desetiletí se technika, zdroj energie a technické vybavení používané při endoskopické enukleaci prostaty výrazně vyvinuly. V současné době existuje několik zdrojů energie používaných k enukleaci prostaty a významně přibývá evidence hodnotící efektivitu, bezpečnost, snadnost použití, perioperační parametry a cenu těchto výkonů. Pro rozhodování o druhu použití zdroje energie a operační techniky budou v budoucnosti pravděpodobně rozhodovat výsledky dalších komparativních studií, snadnost použití určité metody, zkušenosti operátora a cena přístroje.

LITERATURA

1. Aho TF. Holmium laser enucleation of the prostate. A paradigm shift in benign prostatic hyperplasia surgery. *Ther Adv Urol*. 2013; 5(5): 245–253.
2. Kuntz RM, Leirich. Transurethral holmium laser enucleation versus transvesical open enucleation for prostate adenoma greater than 100 gm. *J Urol*. 2002; 168(4 Pt, 1): 1465–1469.
3. Hiraoka Y, Akimoto M. Transurethral enucleation of benign prostatic hyperplasia. *J Urol*. 1989; 142(5): 1247–1250.
4. Krambeck AE. Evolution and success of holmium laser enucleation of the prostate. *Indian J Urol*. 2010; 26(3): 404–409.
5. Malek RS, Barrett DM, Dilworth JP. Visual laser ablation of the prostate. A preliminary report. *Mayo Clin Proc*. 1995; 70(1): 28–32.
6. Stein BS. Neodymium: Yttrium-aluminium-garnet laser prostatectomy. *Mayo Clin Proc*. 1998; 73(8): 787–791.
7. Gilling PJ, Cass CB, Malcolm AR, Fraundorfer MR. Combination holmium and Nd:YAG laser ablation of the prostate: Initial clinical experience. *J Endourol*. 1995; 9(2): 151–153.

8. Gilling PJ, Kennett KM, Das AK, Thompson D, Fraundorfer MR. Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) combined with transurethral tissue morcelation: An update on the early clinical experience. *J Endourol.* 1998; 12(5): 457–459.
9. Gilling PJ, Kennett KM, Fraundorfer MR. Holmium laser enucleation of the prostate for glands larger than 100 g: An endourologic alternative to open prostatectomy. *J Endourol.* 2000; 14(6): 529–531.
10. Mottet N, Anidjar M, Bourdon O, et al. Randomized comparison of transurethral electroresection and holmium:YAG laser vaporization for symptomatic benign prostatic hyperplasia. *J Endourol.* 1999; 13(2): 127–130.
11. Gilling PJ, Fraundorfer MR. Holmium laser prostatectomy: a technique in evolution. *Curr Opin Urol* 1998; 8(1): 11–15.
12. Das A, Kennett KM, Sutton T, et al. Histologic effects of holmium:YAG laser resection versus transurethral resection of the prostate. *J Endourol.* 2000; 14(5): 459–462.
13. Tan AH, Gilling PJ. Holmium laser prostatectomy: Current techniques. *Urology.* 2002; 60(1): 152–156.
14. Fraundorfer MR, Gilling PJ. Holmium:YAG laser enucleation of the prostate combined with mechanical morcellation: Preliminary results. *Eur Urol.* 1998; 33(1): 69–72.
15. Hochreiter W. HoLEP with mushroom technique ± a safe and efficient method in the treatment of BPH. *Eur Urol Suppl.* 2002; 1(1): 168.
16. Scoffone CM, Cracco CM. The en bloc no-touch holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) technique. *World J Urol.* 2016; 34(8): 1175–1181.
17. Chen QI, Chen Y-B, Wang Z, et al. An improved morcellation procedure for holmium laser enucleation of the prostate. *J Endourol.* 2012; 26(12): 1625–1628.
18. Neill MG, Gilling PJ, Kennett KM, et al. Randomized trial comparing holmium laser enucleation of prostate with plasmakinetic enucleation of prostate for treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urology.* 2006; 68(5): 1020–1024.
19. Botto H, Lebre T, Barre P, et al. Electrovaporization of the prostate with the Gyrus device. *J Endourol.* 2001; 15(3): 313–316.
20. Alschibaja M, May F, Treiber U, Paul R, Hartung R. Recent improvements in transurethral high-frequency electrosurgery of the prostate. *BJU Int.* 2006; 97(2): 243–246.
21. Patankar S, Jamkar A, Dobhada S, Gorde V. PlasmaKinetic Superpulse transurethral resection versus conventional transurethral resection of prostate. *J Endourol.* 2006; 20(3): 215–219.
22. Liu C, Xu A, Zheng S et al. Real endo-enucleation of prostate for treatment of benign prostatic hyperplasia. *J Urol.* 2006; 175(45): 453.
23. Liu C, Zheng S, Lu H, Xu K. Transurethral enucleation and resection of prostate in patients with benign prostatic hyperplasia by plasma kinetics. *J Urol.* 2010; 184(6): 2440–2445.
24. Arcaniolo D, Manfredi C, Veccia A. Bipolar endoscopic enucleation versus bipolar transurethral resection of the prostate: An ESUT systematic review and cumulative analysis. *World J Urol.* 2019; 38(5): 1177–1186.
25. Gu M, Chen YB, Liu C, et al. Comparison of holmium laser enucleation and plasmakinetic resection of prostate: a randomized trial with 72-month follow-up. *J Endourol.* 2018; 32(2): 139–143.
26. Teichman HO, Herrmann TR, Bach T. Technical aspects of lasers in urology. *World J Urol.* 2007; 25(3): 221–225.
27. Xia SJ, Zhang YN, Lu J, et al. Thulium laser resection of prostate-tangerine technique in treatment of benign prostate hyperplasia. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2005; 85(45): 3225–3228.
28. Xia SJ, Zhuo J, Sun XW, et al. Thulium laser versus standard transurethral resection of the prostate: A randomized prospective trial. *Eur Urol.* 2008; 53(2): 382–389.
29. Yang Z, Wang X, Liu T. Thulium laser enucleation versus plasmakinetic resection of the prostate: A randomized prospective trial with 18-month follow-up. *Urology.* 2013; 81(2): 396–400.

30. **Yang Z, Liu T, Wang X.** Comparison of thulium laser enucleation and plasmakinetic resection of the prostate in a randomized prospective trial with 5-year follow-up. *Lasers Med Sci.* 2016; 31(9): 1797–1802.
31. **Bach T, Herrmann TR, Ganzer R, et al.** RevoLix vaporessection of the prostate: Initial results of 54 patients with a 1-year follow-up. *World J Urol.* 2007; 25(3): 257–262.
32. **Yuan R, Boyu Y, Fujun Z, et al.** Transurethral thulium laser enucleation versus resection of the prostate for treating benign prostatic hyperplasia: a retrospective study. *Lasers Med Sci.* 2019; 34(2): 329–334.
33. **Zhang J, Ou Z, Zhang X, et al.** Holmium laser enucleation of the prostate versus thulium laser enucleation of the prostate for the treatment of large-volume prostates > 80 ml: 18-month follow-up results. *World J Urol.* 2020; 38(6): 1155–1562.
34. **Pirola GM, Saredi G, Cudas Duarte R, et al.** Holmium laser versus thulium laser enucleation of the prostate: A matched-pair analysis from two centers. *Ther Adv Urol.* 2018; 10(8): 223–233.
35. **Kim YJ, Lee YH, Kwon JB, Cho SR, Kim JS.** A novel one lobe technique of thulium laser enucleation of the prostate: „All-in-One“ technique. *Korean J Urol.* 2015; 56(11): 769–774.
36. **Lerner LB, Rajender A.** Laser prostate enucleation techniques. *Can J Urol.* 2015; 22(Suppl 1): 53–59.
37. **Kuntzman RS, Malek RS, Barrett DM, Bostwick DG.** Potassium-titanyl-phosphate laser vaporization of the prostate: A comparative functional and pathologic study in canines. *Urology.* 1996; 48(4): 575–583.
38. **Sancha GF.** GreenLEP. GreenLight laser enucleation of the prostate. *Eur Urol Suppl.* 2010; 9(2): 344.
39. **Sancha GF, Rivera VC, Georgiev G, et al.** Common trend: Move to enucleation – Is there a case for GreenLight enucleation? Development and description of the technique. *World J Urol.* 2015; 33(4): 539–547.
40. **Brunken C, Seitz C, Tauber S, Schmidt R.** Transurethral GreenLight laser enucleation of the prostate – a feasibility study. *J Endourol.* 2011; 25(7): 1199–1201.
41. **Cindolo L, Ruggera L, Destefanis P, et al.** Vaporize, anatomically vaporize or enucleate the prostate? The flexible use of the GreenLight laser. *Int Urol Nephrol.* 2017; 49(3): 405–411.
42. **Misrai V, Kerever S, Phe V, et al.** Direct comparison of Green Light Laser XPS Photoselective Vaporization of the Prostate (PVP) and Green Laser En Bloc enucleation of the prostate (GreenLEP) in enlarged glands > 80 ml: A study of 120 patients. *J Urol.* 2016; 195(4): 1027–1032.